

УДМУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ГАГАРИНА Ольга Вячеславовна

Анализ временной динамики и
пространственной изменчивости качества
поверхностных вод Удмуртии

25.00.36 – *Геоэкология*

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени кандидата
географических наук

Ижевск, 2007

Работа выполнена на кафедре природопользования и экологического картографирования Удмуртского государственного университета.

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор

Владимир Ицхакович Стурман

Официальные оппоненты: доктор географических наук, профессор

Николай Павлович Торсуев;

кандидат географических наук, доцент

Глейзер Игорь Вадимович

Ведущая организация – ГОУ ВПО Башкирский государственный университет,
географический факультет, кафедра физической географии и гидрологии

Защита диссертации состоится **15 ноября 2007 г.** в 15⁰⁰ на заседании диссертационного Совета Д.212.081.20 в Казанском государственном университете им. В.И.Ульянова-Ленина по адресу: г. Казань, ул. Кремлевская, 18, корп.2, ауд.1512.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке им. Н.И.Лобачевского Казанского государственного университета.

Автореферат разослан 15 октября 2007 г.

Отзывы на реферат в двух экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим отправлять по указанному адресу ученому секретарю диссертационного совета.

Ученый секретарь диссертационного совета Д212.081.20

кандидат географических наук, доцент

Ю.Г.Хабутдинов

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования связана с исключительной важностью поверхностных вод, как непосредственно жизнеобеспечивающего компонента природной среды, в функционировании природных комплексов и поддержании экологического равновесия, обеспечении здоровья населения и устойчивого развития социально-экономических систем. Поиск путей решения существующих проблем и перехода к устойчивому, экологически сбалансированному развитию невозможен без научного анализа ситуаций в различных сферах природопользования. Водопользование является неотъемлемым элементом системы природопользования, а состояние водных объектов теснейшим образом связано с состоянием природных и природно-хозяйственных систем в целом. Организация эффективного управления водопользованием невозможна без точной и достоверной информации о состоянии водных объектов. Однако получение такой информации в силу высокой динамичности водной среды и многообразия тенденций в пределах ее различных частей является сложной научной задачей.

Удмуртская Республика является достаточно типичным регионом Российской Федерации, где широко представлены все основные типы природопользования (промышленно-урбанистический, сельскохозяйственный, лесохозяйственный), каждый из которых в свою очередь может быть подразделен на ряд подтипов. В силу комплекса социально-экономических причин, в Удмуртии, как и в России в целом, тенденции развития в пределах разных типов и подтипов природопользования на современном этапе существенно различны: рост производства в нефтедобывающей отрасли, развитие торговли, сервиса и транспортных комплексов городов сочетается с кризисным состоянием ряда отраслей обрабатывающей промышленности, сельского и лесного хозяйства. Принятый в данном исследовании подход предполагает группировку и выбор водных объектов, изучаемых на предмет пространственной и временной динамики показателей качества воды, по преобладающим типам и подтипам природопользования в пределах соответствующих водосборных бассейнов.

Объектом исследования являются поверхностные воды Удмуртии, как типичного для современной России региона с развитой добывающей и обрабатывающей промышленностью, сельским и лесным хозяйством, средними или близкими к средним показателями социально-экономического развития.

Предмет исследования – пространственные и временные тенденции динамики качества поверхностных вод при различных видах техногенных воздействий на водосборные бассейны.

Цель и задачи исследования. Целью диссертационного исследования является выявление и анализ современных тенденций изменения показателей качества воды поверхностных водных объектов Удмуртии, с учетом характера природопользования в их водосборных бассейнах. Эта цель достигается путем решения следующих задач:

- анализ предшествующих исследований и выбор показателей качества воды, наиболее отвечающих цели исследования;
- выявление на примере рек с наименее нарушенными водосборными

бассейнами общерегиональных тенденций, обусловленных преимущественно природными факторами и загрязнением от диффузных источников сельской местности;

- анализ динамики качества поверхностных вод в условиях преимущественного воздействия городской среды;

- анализ динамики качества поверхностных вод в условиях воздействия объектов нефтедобычи.

Исходные материалы и методика исследования. В работе использованы данные общегосударственного и ведомственного мониторинга поверхностных водных объектов Удмуртии, материалы геоэкологических исследований и инженерно-экологических изысканий в целях разработки природоохранных разделов проектов, в т.ч. выполненных автором. Исследование базируется на разработках ведущих отечественных и зарубежных ученых в области гидрохимии и оценки качества поверхностных вод: О.А. Алекина, Л.В. Бражниковой, С.М. Драчева, В.П. Емельяновой, И.Д. Родзиллера, А.В. Караушева, Б.Г. Скакальского, В.В. Морокова, А.М. Никанорова, М.В. Beck, С.Е. Boyd, R.M. Brown, W.G. Hines, D.R. (ed.) Maidment. При обработке исходных данных использованы общепринятые математико-статистические методы и реализующие их программные средства.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в выявлении ряда общерегиональных тенденций сезонной и межгодовой динамики показателей качества воды, а также характера специфических особенностей трансформации гидрохимического режима рек Удмуртии в условиях преимущественных воздействий городской среды, объектов нефтедобычи, сельскохозяйственного природопользования.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Основные общерегиональные тенденции сезонной и межгодовой динамики показателей качества воды на современном этапе включают в себя:

- изменения гидрохимического режима, степень и характер которых определяются содержанием и масштабами техногенной нагрузки;

- рост содержания кислорода, снижение содержания нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов, что связано как с сокращением объемов добычи нефти в республике, так и с усилением, начиная, со второй половины 90-х гг., экологического контроля в нефтедобывающей отрасли;

- рост содержания азота аммонийного, объясняемый по-прежнему неудовлетворительным состоянием утилизации отходов животноводства, отсутствием очистных сооружений канализации в большинстве сельских населенных пунктов;

- относительную устойчивость показателей качества воды, формирующиеся преимущественно под влиянием природных процессов, таких как pH и содержание взвешенных веществ.

2. Наибольшая загрязненность характерна для рек, на водосборах которых наиболее широко представлен промышленно-урбанистический тип природопользования, и в особенности его горнопромышленный подтип. Меньшая загрязненность свойственна водным объектам, попадающим под влияние

сельскохозяйственного типа природопользования.

3. Несмотря на разный характер техногенного воздействия на водосборы водных объектов Удмуртии, их природные воды имеют схожий характер загрязнения - повышенное содержание органики (по ХПК и БПК₅), металлов (железо, медь, цинк), нефтепродуктов, аммония, что является отражением как региональных особенностей геохимического фона, так и значительного влияния диффузных источников загрязнения.

4. Для природных вод городских прудов и рек, на которых они созданы характерно:

- глубокое изменение гидрохимического режима показателей качества воды, при наличии влияния характера техногенной нагрузки на количество ингредиентов с измененным гидрохимическим режимом;
- прогрессирующее ухудшение качества воды по показателям, зависящим от характера техногенной нагрузки, при наличии влияния её масштабов на степень выраженности неблагоприятных тенденций;
- невыраженность некоторых общерегиональных тенденций (в частности, снижения содержания хлоридов и нефтепродуктов);
- несоответствие санитарно-гигиеническим нормативам по содержанию металлов (железо, марганец), нефтепродуктов, биологически окисляемой органики и азота аммонийного.

5. В условиях Удмуртии наибольшие воздействия объектов нефтедобычи на поверхностные водные объекты проявляются на стадиях нарастающей и падающей добычи нефти. В разделяющий их период стабильной добычи, когда основные промысловые объекты построены, а изменения циркуляции подземных вод еще не сказались, наблюдается снижение загрязненности нефтепродуктами.

6. Одним из необходимых мероприятий в деле охраны водных объектов является повышение эффективности мониторинга. При существующем положении имеет место разобщенность ведомств, осуществляющих мониторинг качества водных объектов, отсутствие комплексных подходов к изучению процессов в водных экосистемах, нерациональное размещение пунктов отбора проб воды, недоучет гидрологических факторов при определении сроков отбора проб воды.

Личный вклад автора в работу заключается в теоретическом, методическом и практическом решении задач исследования пространственно-временной динамики показателей качества воды. Сформированы базы данных, проведено математико-статистическое исследование и анализ его результатов.

Научно-практическая значимость работы. Результаты работы непосредственно использованы при разработке «Концепции оздоровления Ижевского пруда как источника питьевого водоснабжения г. Ижевска» и реализующих эту концепцию рабочих проектов очистки ложа водохранилища от донных отложений, берегоукрепления и др. мероприятий, «Муниципальной целевой комплексной программы обеспечения населения г. Ижевска питьевой водой», а также в разделах ОВОС и ООС нескольких десятков проектов строительства объектов нефтедобычи. Выводы из работы использованы при разработке и реализации стратегии устойчивого развития г. Ижевска, программы

Европейского регионального бюро ВОЗ «Здоровые города», и в учебном процессе по специальностям «Природопользование» и «География» в ГОУ ВПО «Удмуртский государственный университет».

Апробация работы. Научные положения и результаты исследования отражены в 28 публикациях (из них без соавторов - 14), включая главы и разделы 3 коллективных монографий, 9 статей (одна из них в издании из списка ВАК), докладывались на международных, российских и региональных конференциях:

Структура и объем диссертации. Работа состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы и приложения. Общий объем составляет 238 страниц, в т.ч. 53 таблицы и 49 рисунков. Основной текст диссертации изложен на 150 страницах. Список литературы состоит из 186 наименований, из них 13 на иностранных языках. Приложение включает 70 рисунков и 19 страниц текста (предложения по организации сети специального гидрохимического мониторинга на реках Иж и Вотка).

Автор глубоко признателен и искренне благодарен научному руководителю – профессору, зав. кафедрой природопользования и экологического картографирования УдГУ В.И. Стурману за постоянное внимание и консультации по работе над диссертацией, а также сотрудникам географического факультета УдГУ за ряд ценных замечаний, высказанных в ходе обсуждения результатов исследования.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обосновывается актуальность проблемы, формулируются основная цель и задачи исследования.

В первой главе рассматривается история развития гидрохимических исследований в России, в том числе развитие подходов к оценке качества природных вод. Первая российская классификация водоемов с разделением категорий по химическим, бактериологическим и гидробиологическим признакам и физическим свойствам была предложена А.А. Былинкиной с соавторами в 1962 году. В качестве основных показателей были выделены коли-титр, запах, БПК₅, азот аммонийный и внешний вид водоема. Впоследствии такие показатели как БПК₅, азот аммонийный используются некоторыми авторами в качестве основных показателей. В целом, почти все авторы с небольшими вариациями рекомендуют учитывать при оценке качества воды такие параметры, как БПК, взвешенные вещества, pH, растворенный кислород, коли-индекс, нитраты, хлориды, сульфаты. За рубежом подобная классификация была предложена Королевской комиссией по сточным водам (Англия) еще в 1912 г., но преимущественно с химическими показателями.

Существующие на сегодняшний день за рубежом методы комплексной оценки загрязненности поверхностных вод принципиально разделяются на две группы: 1) позволяющие оценивать качество воды по совокупности гидрохимических, гидрофизических, гидробиологических, микробиологических показателей; 2) связанные с расчетом комплексных индексов загрязненности воды. Развитие комплексных (обобщенных) показателей загрязненности воды по времени запоздало по сравнению с развитием методов первой группы - классификаций

качества воды. Так, первая попытка создать обобщенный показатель качества воды в США была предпринята только в 1965 году.

В 1970-х гг., с началом реализации программ по охране окружающей среды, активизировались работы по оценке качества воды. Следует отметить работу О.А. Алекина. «Основы гидрохимии», где подробно рассматриваются вопросы сезонного (внутри годового) изменения минерализации воды, содержания основных ионов, биогенных соединений (азотная группа, фосфор, кремний; сборник «Вопросы методологии гидрохимических исследований в условиях антропогенного влияния. Материалы XXVII Всесоюзного гидрохимического совещания», где в статье А.В. Караушева и Б.Г. Скакальского «Вопросы практического использования интегральных показателей для оценки качества воды и состояния загрязненности водных объектов» впервые вводится понятие *лимитирующих* веществ (вещества, содержание которых в водах объектах нормируется в установленном порядке, т.е. для которых определены ПДК) и *репрезентативных* ингредиентов – ингредиентов, удовлетворяющих следующим трем или, по крайней мере, двум условиям: 1) специфичностью относительно состава сбрасываемых сточных вод, преобладающих в общем объеме сброса; 2) максимальным превышением над ПДК; 3) наименьшей скоростью трансформации.

В 70-х гг. появляются комплексные показатели загрязненности воды, разработанные в Государственном гидрологическом институте, коэффициент загрязненности В.П. Белогурова с соавторами, общесанитарный индекс В.И. Гурария и А.С. Шайна. Одной из сложных задач при разработке комплексных показателей загрязненности (качества) воды в этот период, по-прежнему, остается определение учитываемых при этом ингредиентов.

За рубежом получают известность новые обобщенные показатели, учитывающие многие из тех ингредиентов, что рассматривались в качестве приоритетных и отечественными комплексными оценками качества воды. Так, Национальная организация по санитарии (США) разработала индекс качества воды **WQI**, включающей девять параметров – растворенный кислород, коли-индекс, pH, БПК₅, нитраты, фосфаты, температура, мутность, взвешенные вещества.

В 1974 году в докторской диссертации Дж. Лэндекера (Никаноров, 2005) рассматривается схема оценки качества воды с применением индекса качества (ИКВ), рассчитываемый по таким известным уже показателям, как растворенный кислород, БПК, аммиак и ионы аммония, pH, общий азот, фосфаты, взвешенные вещества, температура, электропроводимость, *Escherichia Coli*.

В монографии Клода Бойда (Boyd C.E., 2000) в классификации по качеству речной воды также рекомендуется использовать такие параметры как растворенный кислород, pH, БПК, взвешенные вещества, температура воды, вкус, запах, цветность воды, наличие токсикантов.

В 1980-х В.П. Емельянова с соавторами при определении комбинаторного индекса загрязненности (КИЗ) также предлагают выделение из общего числа учитываемых ингредиентов *лимитирующих показателей загрязненности*. Однако, в данном случае под лимитирующими показателями загрязненности, в отличие от «лимитирующих веществ» Караушева и Скакальского, понимаются *ингредиенты* и

показатели качества воды, которые значительно ухудшают ее качество и переводят воду в класс «недопустимо грязной». Для выделения таких показателей поингредиентно рассчитывается повторяемость и кратность превышения ПДК.

1980-х гг., когда проблема качества воды стояла наиболее остро и была уже достаточно изучена, были временем наибольшего интереса к рассматриваемой проблеме. В 1984 году в СССР выходит один из первых сборников, посвященных проблемам разработки комплексных оценок - «Комплексные оценки качества поверхностных вод», а в 1986 году, в Черноголовке проходит Симпозиум специалистов стран-членов СЭВ, где рассматривается данная проблема. В те же годы в США Агентством по охране окружающей среды – EPA-US выпускаются многочисленные стандарты качества воды.

Начиная с 1980-х гг. наиболее распространенным комплексным показателем качества природных вод остается гидрохимический индекс загрязнения воды (ИЗВ), установленный Госкомгидрометом СССР. Этот индекс представляет собой среднюю долю превышения ПДК по строго лимитированному числу индивидуальных ингредиентов (как правило, их 6): O_2 , БПК₅ и четырем загрязнителям, чаще всего превышающим ПДК, при этом принадлежность веществ к той или иной группе ЛПВ не учитывается. О повышении индикативности ИЗВ как показателя качества воды указывает в 2003 году в своей работе З.Г.Гольд с соавторами, предлагая включить все (а не шесть, как принято сейчас) ингредиенты химического состава конкретной пробы воды.

Более сложные поправки к алгоритму вычисления ИЗВ при расчете своего комплексного параметра - индекса загрязнения воды Института географии СО РАН (ИЗВИГ) предлагают А.В.Игнатов, В.В.Кравченко и В.Н.Федоров. Вычисление его сводится к выполнению следующих действий: 1) по каждому контрольному посту определяются среднегодовые значения концентраций измеряемых ингредиентов C_i ; 2) эти значения делятся на соответствующие ПДК_{*i*}; 3) полученное множество среднегодовых концентраций загрязняющих веществ, выраженных в долях ПДК, ранжируется в порядке убывания, причем кислород и БПК₅ независимо от значений, помещаются в начало ряда под номерами 1 и 2; 4) для каждого вещества вычисляется весовой коэффициент по формуле $k_i = K(C_i / \text{ПДК}_i)$; 5) весовые коэффициенты растворенного кислорода и БПК₅ приравниваются к весовому коэффициенту вещества, стоящего под третьим номером в ряду, т.е. $k_1 = k_2 = k_3$.

Чтобы избежать нарушения монотонности по концентрациям, авторы рекомендуют нормировать на единицу весовые коэффициенты не менее чем половины членов ранжированного ряда. Таким образом, индекс загрязнения воды (ИЗВИГ), удовлетворяющий требованиям монотонности, будет вычисляться по формуле:

$$\text{ИЗВИГ} = \left(\sum_{i=1}^{n/2+1} \frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{-1} * \sum_{i=1}^n \left(\frac{C_i}{\text{ПДК}_i} \right)^2.$$

По мнению автора данного исследования, ценным является то, что данный

индекс, кроме требования *монотонности концентраций* (повышение концентрации в воде любого вещества должно приводить к увеличению значения индекса) отвечает следующим важным требованиям, выдвигаемым авторами индекса:

- **стандартизованность**, т.к. ИЗВИГ ориентирован на использовании любых материалов измерений, для которых определены ПДК или другая норма;
- **робастность**, поскольку индекс устойчив по отношению к использованию материалов различной пробыности и точности, при его расчетах применяются операции осреднения и суммирования данных;
- **покомпонентная чувствительность**, в связи с тем, что способ оценки весовых коэффициентов обеспечивает достаточную чувствительность индекса к изменению качества воды при ее загрязнении даже одним ингредиентом.

Однако, автор данного исследования не вполне согласен с таким требованием, как *монотонность по компонентам* – данный индекс учитывает ухудшение качества воды с увеличением числа загрязняющих компонентов. Число же последних не оговаривается («все измеренные концентрации»), соответственно, чем больше учтено загрязняющих примесей, тем выше показатель загрязнения, и его величина отражает не столько объективно существующий уровень загрязнения, сколько уровень его изученности.

Интересный подход к использованию ИЗВ с учетом водности рек, предложен А.П. Шлычковым, Г.Н. Ждановой и О.Г. Яковлевой, предлагающими для оценки степени загрязнения водотоков индекс загрязнения воды с поправкой на водность (ИЗВ_{*}).

Расчет ИЗВ с учетом коэффициента водности - **ИЗВ_{*}** - производится по следующей формуле:

$$ИЗВ_* = ИЗВ \cdot K = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{c_i \cdot Q_{факт}}{ПДК_i \cdot Q_{ср.мн.}}.$$

Числитель в данном выражении представляет собой наблюдаемый сток ингредиентов, вносящих основной вклад в загрязнение, а знаменатель – его предельно допустимый сток в средний по водности год. Следовательно, этот показатель характеризует кратность превышения нормативного стока основных загрязняющих веществ. Т.о., данный показатель является усовершенствованным ИЗВ, более полно описывая ситуацию в разные по водности сезоны.

Период 90-х и начало 2000-х годов стал временем, когда в силу роста техногенной нагрузки на водные объекты, являющиеся источниками питьевого назначения, в основном, рассматриваются вопросы пространственно-временной динамики качества воды на примере Можайского, Куйбышевского, Рыбинского водохранилищ, водохранилищ Московского региона и т.д. На второй план отходят вопросы создания комплексных показателей качества воды. Хотя, без сомнения, особого внимания заслуживает вышедшая в 2005 году монография А.М. Никанорова «Научные основы мониторинга качества вод», где приводится достаточно подробный обзор методов оценивания качества поверхностных вод за рубежом; рассматриваются классификации показателей качества воды, в том числе классификации комплексных оценок загрязненности воды; раскрываются

перспективные направления комплексного оценивания качества вод.

Вопрос оценки качества воды тесно связан с нормативами для водных объектов, имеющих различный водохозяйственный индекс. По мнению автора данного исследования, перспективным на сегодняшний день является:

- определение набора параметров (оценок) для водоемов, отличающихся характером антропогенной нагрузки;

- разработка комплексных оценок отдельно для водоемов и водотоков. Это связано не только с особенностями гидрологии и морфометрии данных водных объектов, но и наличием исходного материала. Так, для зарегулированных водных объектов отсутствует информация о расходах воды, а по водотокам редко имеется информация о биологических параметрах;

- учет при оценке качества воды естественного повышенного гидрохимического фона. Так, для поверхностных вод Удмуртии характерно превышение санитарно-гигиенических нормативов для водоемов рыбохозяйственного назначения по содержанию железа общего, меди, органического вещества. Используя существующие нормативы по данным ингредиентам, возникает вопрос, относить ли данные параметры к лимитирующим и учитывать ли их при оценке качества воды. С одной стороны, данные показатели в сравнении с нормативными значениями действительно формируют определенный уровень загрязненности водного объекта (т.е. являются лимитирующими); с другой – водная экосистема, испытывающая постоянное повышенное содержание какого-либо ингредиента, становится устойчивой по отношению к нему, в таком случае данные параметры можно не учитывать, отдав предпочтение антропогенным загрязнителям (например, азот аммонийный, фенолы, тяжелые металлы).

Четвертый раздел первой главы освящает вопросы изучения качества поверхностных вод в Удмуртии. Данные исследования в пределах республики начались еще в конце 19 века (Романов, 1876). Впоследствии, все основные работы были связаны с изучением качества воды и донных отложений источников питьевого водоснабжения – Ижевского и Воткинского прудов, реки Чепцы. В целом, это были специальные гидрохимические исследования, осуществляемые при решении каких-либо узко поставленных задач и достаточны, в силу этого, только для приближенной оценки загрязненности природных вод. Для выявления источников и факторов загрязнения поверхностных вод необходим гидрохимический мониторинг. Сведения по гидрохимическому мониторингу, материалам и методам, взятым за основу в данном исследовании, приводятся в заключительном, пятом разделе первой главы.

Вторая глава посвящена анализу временной (внутригодовой и межгодовой) динамики качества воды и пространственных различий в показателях загрязненности рек Чепца, Лоза и Сива. Данному анализу предшествует обзор природных и антропогенных факторов формирования качества поверхностных вод в рассматриваемых створах наблюдения. В качестве материалов для исследования выступили данные Удмуртского центра гидрометеослужбы (УЦГМС) за период с 1990 по 2005 гг. Анализируя сезонную динамику показателей качества воды можно отметить, что только по содержанию взвешенных веществ и ХПК отмечен

естественный гидрохимический режим. На всех реках в анализируемых створах нарушено естественное внутригодовое распределение содержания азота аммонийного, азота нитратного, хлоридов и сульфатов. Это вызвано их антропогенными «поставками» с водосбора от сельских населенных пунктов, объектов животноводства, нефтедобычи (особенно в паводковые периоды), которые, накладываясь на естественный гидрохимический режим показателя, изменяют его внутригодовое распределение.

Анализ межгодовой динамики качества воды (был использован полином 3 степени) позволил выявить общие для рассматриваемых рек тенденции:

- рост содержания азота аммонийного и нитритного, содержащихся в стоках от населенных пунктов и мясокомбината (для р. Сивы) при одновременном снижении концентраций азота нитратного вследствие сокращения масштабов внесения азотных удобрений;

- снижение содержания нефтепродуктов в рр. Лоза и Чепца, где со второй половины 1990-х – начале 2000-х гг. были выполнены значительные работы по ремонту и реконструкции систем нефтесбора, приведшие к снижению аварийности, при отсутствии аналогичной позитивной тенденции на р. Сива, значительно менее подверженной воздействию объектов нефтедобычи;

- рост содержания растворенного кислорода при снижении ХПК (не характерно, для р. Лозы), что может рассматриваться как показатель меньшего выноса в рассматриваемые реки органического вещества. Для р. Лозы, попадающей в створе мониторинга под сильное влияние п.Игра эти тенденции не выявляются;

- на фоне снижения содержания хлоридов в водах рек Чепца и Сива, связанного с проведением природоохранных работ на нефтяных месторождениях, а также со снижением объемов добычи нефти в республике, в водах р. Лозы отмечен заметный рост их содержания. Локальный рост хлоридов в воде р. Лозы можно объяснить особенно сильным влиянием расположенного на ее водосборе крупнейшего Чутырско-Киенгопского месторождения, находящегося на поздней стадии разработки;

- в конце рассматриваемого периода (2003 – 2004 гг.) снижение содержания хлоридов и нефтепродуктов замедлилось, а по сульфатам, наиболее связанным с подтоком глубинных вод на поздних стадиях разработки, даже проявился рост. Такая тенденция может объясняться процессами реструктуризации в природоохранных структурах, начавшимися в начале 2000-х годов и повлекшими снижение контроля за проведением работ на техногенных объектах, в т.ч., на объектах нефтедобычи. Дополнительным фактором, снизившим эффективность и масштабы проведения природоохранных работ на объектах нефтедобычи в этот период, стали смены их собственников;

- не выявляется четких тенденций по взвешенным веществам, рН и магнию.

Анализ пространственных различий качества воды рр. Чепца, Лоза и Сива проводился с использованием простейших статистических показателей и комплексного показателя загрязненности – **КИЗ** (комбинаторный индекс загрязненности Никанорова и Емельяновой), рассчитанного с учетом содержания растворенного кислорода, БПК₅, азота аммонийного, азота нитритного, азота

нитратного, железа общего, нефтепродуктов, хлоридов и сульфатов.

Повышенными показателями содержания железа общего, нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов, азота аммонийного, азота нитратного, ХПК отличается р. Лоза, что обусловлено активной нефтедобычей на всем протяжении реки (особенно в верховьях) в сочетании с влиянием сбросов хозяйственно-бытовых и производственных (молокозавод) сточных вод от п. Игра.

По величине КИЗ вода рассматриваемых рек в створах мониторинга относится к следующим классам и разрядам качества: р. Чепца (с.Полом) – 2 класс – слабо загрязненная; р. Чепца (г.Глазов), р. Лоза и р. Сива – 3 класс (а) – весьма загрязненная. Соответственно особенностям и источникам загрязнения рассматриваемых водных объектов можно предложить следующие водоохранные мероприятия (в данном изложении приведены только самые насущные):

- для улучшения качества воды р. Сивы, попадающей под сбросы сточных вод мясокомбината и характеризующейся самым высоким содержанием легко окисляемой органики необходимо внедрение биологической очистки стоков на мясокомбинате «Воткинский», где присутствует только отстаивание сточных вод;

- для р. Лозы, характеризующейся наибольшей среди рассматриваемых рек загрязненностью нефтепродуктами, хлоридами, сульфатами, соединениями азота и, принимая во внимание положительную динамику содержания хлоридов, сульфатов, аммония, необходимо, во-первых, улучшение очистки сточных вод на молокозаводе п. Игра - кроме биологической очистки необходима доочистка на напорных фильтрах и обеззараживание воды с ультрафиолетовым облучением, во-вторых усиление контроля за ведением работ на нефтяных месторождениях, расположенных на водосборе этой реки;

- создание проектов водоохранных зон и контроль за соблюдением в их пределах водоохранного режима на участках русел рек, подвергающихся наибольшей техногенной нагрузке – р. Чепца в пределах п. Балезино и г. Глазова, р. Лоза в пределах п. Игра.

Анализируя данные гидрохимического мониторинга УЦГМС (Удмуртского центра гидрометеослужбы) за 15 лет наблюдения на рассматриваемых створах можно предложить некоторые рекомендации по корректировке сети наблюдения:

1. Необходимо заложить два дополнительных створа наблюдения на р. Лоза – первый - фоновый створ наблюдения, находящийся в верховьях реки, второй - выше по течению п.Игра, чтобы иметь более четкое представление о влиянии на качество речной воды этого крупного районного центра. При проблемах с финансированием подобных работ, наблюдения на втором створе вести только в течение одного года;

2. Существующий фоновый створ на р. Сиве желательно перенести выше по течению устья правого загрязненного притока, несущего сточные воды от мясокомбината в р. Сива, т.к имеет место очень сильное искажение фонового состояния реки под воздействием этого загрязненного притока. На р. Сива, ниже устья этого ручья, периодически осуществлять ведомственный мониторинг;

3. Фоновый створ мониторинга на р. Чепца заложить выше по течению устья р. Лозы (загрязненного левого притока р. Чепцы), т.к. данный створ заложен ниже по

течению устья р. Лозы, которая, изменяя химический состав воды принимающей ее реки Чепца, искажает данные о ее фоновом состоянии;

4. Необходимо расширить сеть гидрохимического мониторинга, заложив (хотя бы на один год) створ наблюдения качества воды ниже п. Балезино (выше г. Глазова). Это позволит дать более точный ответ о влиянии данного крупного районного центра и железнодорожной станции на качество исследуемой реки;

5. Поскольку отсутствуют данные по составу поверхностного стока с территории г. Глазова, в основные фазы водного режима в течение одного года провести отбор проб поверхностного стока, сделав вывод о его вкладе в загрязнении вод р. Чепцы.

Третья глава рассматривает пространственные различия и временную динамику качества воды городских прудов (на примере Ижевского и Воткинского). Материалами исследования послужили данные МУВ «Водоканал» за период с 1993 по 2003 гг. Сравнительная характеристика качества их воды показала большее содержание в водах Ижевского пруда биологически мягкой органики (по БПК₅), сульфатов, марганца и нефтепродуктов, тогда как в воде Воткинского пруда выше содержание минеральных солей, pH, концентрации железа, нитратов, хлоридов.

Различия в статистических показателях качества воды объясняются разным характером техногенной нагрузки на водосборные площади водоемов. Комплексная оценка загрязненности по КИЗ показала незначительное различие величины КИЗ для воды Ижевского и Воткинского прудов, соответственно, 21 и 18. Большее значение КИЗ для воды Ижевского пруда вызвано более высоким содержанием азота аммонийного и нефтепродуктов. Вода обоих водоемов относится к 3 классу (а) – весьма загрязненная. Анализ межгодовой динамики качества воды позволил отметить следующее:

- для большинства рассматриваемых показателей качества воды, формирующихся преимущественно под влиянием природных процессов (pH, сухой остаток, перманганатная окисляемость, цветность, содержание растворенного кислорода) на обоих водоемах зафиксирована слабая связь с межгодовой изменчивостью;

- наиболее заметная динамика по Воткинскому пруду установлена для роста содержания нефтепродуктов и хлоридов, при снижении содержания железа;

- для Ижевского пруда выявлен рост показателя БПК₅ и содержания железа.

Сравнительный анализ межгодовой динамики качества воды Ижевского и Воткинского прудов выявил следующие особенности. Схожими оказались тенденции тех ингредиентов и показателей качества воды, чьи значения тесно связаны с гидрологическими фазами водного режима водоемов. Особенно это заметно по динамике содержания растворенного кислорода, нитратов, по перманганатной окисляемости, цветности, pH.

Для составляющих воды, в формировании которых важное участие принимают природные процессы (сухой остаток, БПК₅, нитриты, железо общее), анализ временных рядов выявил порой диаметрально противоположные тенденции, что, в первую очередь, объясняется различной (по характеру и интенсивности) антропогенной нагрузкой на водоемы и их водосборы. Особенно это заметно по

БПК₅. Содержание биологически мягкой органики (в пересчете на БПК₅) в водах Ижевского пруда растет, начиная, с 2000 года, а для Воткинского пруда данный показатель с этого же года испытывает тенденцию к снижению. Биологически разлагаемая органика в избытке поступает с поверхностным стоком от неорганизованных источников, расположенных на водосборе водоема. Только в водоохраной зоне Ижевского пруда находится около полусотни объектов, половина из которых не канализована – автостоянки, гаражи, детские оздоровительные лагеря, базы отдыха, дачные поселки. Рост содержания биологически мягкой органики в воде Ижевского пруда объясняется ростом нагрузки от такого рода источников загрязнения, поскольку роль организованных источников (предприятия машиностроения, ТЭЦ 1) в загрязнении водоема с 1990-х гг. снижается.

По антропогенным загрязнителям, смываемым с водосборов водных объектов (нефтепродукты, азот аммонийный), тенденции несколько различаются. Так, содержание нефтепродуктов в водах Воткинского пруда с 2000 года устойчиво растет, в Ижевском пруду это повышение с этого периода не выражено. Рост содержания нефтепродуктов, как и в случае с хлоридами, объясняется работой нефтедобывающих предприятий в верховьях р. Вотка. Доля площади водосборного бассейна, занятого нефтяными месторождениями, составляет для Ижевского пруда 13,5%, а для Воткинского - 22,8%.

Содержание азота аммонийного в водах Воткинского пруда растет с 2001 года, для Ижевского пруда характерно постепенное снижение показателя с 1999 года. Рост содержания азота аммонийного в водах Воткинского пруда является своеобразным «откликом» на повышение внесения минеральных удобрений, начиная, с 2000 года, поскольку в сельских районах, располагающихся на водосборной площади Воткинского пруда (Воткинский и Шарканский районы) показатели внесения минеральных удобрений одни из самых высоких в республике и в 2,4-3,4 раз превышают подобный показатель для Якшур-Бодьинского района, расположенного на водосборе Ижевского пруда. Также более высоки показатели внесения навоза. Навоз обогащает поверхностный сток органическим и неорганическим азотом. В силу меньшего использования аммонийных и органических удобрений на водосборе Ижевского пруда в водах этого водоема с конца 1990-х гг. происходит постепенное снижение.

Анализ сезонной динамики качества воды прудов показал, что внутригодовое распределение показателей органического загрязнения - БПК₅, перманганатная окисляемость соответствует естественному ходу только для воды Воткинского пруда. В Ижевском пруду фиксируются нарушения сезонной динамики этих показателей, что свидетельствует о серьезном органическом загрязнении водоема. Содержание нефтепродуктов в водах прудов растет в весенне-летний период, что связано с активизацией неорганизованных источников загрязнения на водосборах рек Иж и Вотка (в т.ч. объектов нефтедобычи) в периоды паводков.

Основной проблемой для Воткинского пруда является загрязнение водосборной площади и самого водоема нефтепродуктами, минеральными солями и взвешенными веществами с нарушенных земель от нефтедобывающих предприятий. Кроме того, в бассейнах притоков реки Вотка расположены крупные

массивы распаханых, химически обрабатываемых сельскохозяйственных угодий, поставляющих соединения группы азота, фосфора.

Для Ижевского пруда доля нефтедобывающей отрасли в загрязнении водоема меньше, и на нее накладывается более сильное влияние жилищно-коммунального хозяйства и рекреации.

На основании изложенного, автор предлагает для создания полной картины загрязнения водоемов создать специализированную сеть гидрохимического мониторинга. В Приложении приводится общая схема создания такой сети на реке Иж и ее притоках, в рамках экологического сопровождения комплекса работ по оздоровлению Ижевского водохранилища (предложено заложить 17 створов мониторинга качества воды). Подобная сеть специального гидрохимического мониторинга разработана автором работы и для р. Вотки с притоками.

Четвертая глава посвящает вопросы качества речных вод территорий нефтяных месторождений разных стадий разработки. Материалами исследования явились данные аккредитованных ведомственных лабораторий за период с 2000-2005 гг.

Показано, что на стадии нарастающей добычи нефти (на примере рек Бурановского и Сосновского нефтяных месторождений) фиксируются высокие показатели содержания нефтепродуктов и их изменчивости. Повышение содержания нефтепродуктов в открытый для рек период года (особенно во время весеннего снеготаяния), свидетельствует о смыве нефти с водосборов.

Стадия стабильной добычи нефти характеризуется постоянством уровня добычи нефти. В этот период разработки продолжается ввод эксплуатационных скважин, однако их дебиты по нефти вследствие роста обводненности уменьшаются. На примере находящихся на этой стадии Черновского и Смольниковского месторождений нефти здесь фиксируются самые низкие статистические показатели загрязненности поверхностных вод.

Для стадии падающей добычи нефти, как и следует из названия стадии, уровень добычи нефти падает и увеличивается добыча пластовой воды. Продукция скважин интенсивно обводняется, вследствие чего возрастает коррозионная активность транспортируемой водонефтегазовой эмульсии.

По данным мониторинга месторождений данной группы (Вятская площадь Арланского месторождения, Гремихинское месторождение) заметно, что большинство показателей загрязненности хлоридами речных вод выше на месторождениях именно стадии падающей добычи.

Таким образом, наибольшему воздействию поверхностные воды подвергаются на этапе нарастающей и падающей добычи нефти. Автором предложены рекомендации по совершенствованию организации мониторинга поверхностных водных объектов нефтяных месторождений Удмуртии, вытекающие из изложенных выше результатов исследования.

На этапе нарастающей добычи существенным фактором загрязнения является поверхностный сток с буровых и строительных площадок. На период бурения скважин объектом гидрохимического мониторинга становятся грунтовые и поверхностные воды района строительства. Рекомендуемые основные показатели

для мониторинга качества грунтовых вод – рН, щелочность, жесткость воды, сухой остаток, железо общее, основные ионы.

При мониторинге поверхностных вод района строительства основными рекомендуемыми показателями качества воды являются: цветность, мутность, жесткость, минерализация, рН, бихроматная окисляемость воды, содержание взвешенных веществ, содержание растворенного кислорода, содержание основных ионов, содержание нефтепродуктов, содержание тяжелых металлов. Из тяжелых металлов внимание стоит обратить на те, которые образуют стойкие комплексы с фульвокислотами – Fe^{+3} , Cu^{+2} и те, что хорошо сорбируются взвешенными частицами – Cu^{+2} и Zn^{+2} .

С окончанием буровых и строительных работ в период стабильной добычи загрязненность несколько снижается. На этапе падающей добычи основным фактором загрязнения становятся порывы нефтепроводов и водоводов, изливы пластовых вод по затрубному пространству. При этом водосборы рек и сами реки загрязняются нефтепродуктами, солями, составляющими химических реагентов, применяемыми в бурении или содержащимися в пластовых водах. Поскольку случайный фактор загрязнения (аварийность) является трудноконтролируемым, возникает необходимость более частого отбора проб воды. Рекомендуемая частота отбора проб поверхностных вод на данных стадиях – ежемесячный отбор. На этапе стабильной добычи достаточной является частота гидрохимического опробования, охватывающая основные гидрологические фазы водного режима рек: на подъеме, пике и спаде весеннего половодья, во время летней межени – при наименьшем расходе и при прохождении дождевого паводка, осенью перед ледоставом, во время зимней межени; т.о., отбор проб осуществляется 7 раз в год.

Набор контролируемых показателей также должен отражать стадийность разработки нефтяного месторождения. На стадиях нарастающей и стабильной добычи в качестве контролируемых показателей в отбираемых пробах речных вод выступают типовые: рН, щелочность, жесткость, растворенный кислород, химическое потребление кислорода, сухой остаток, основные ионы, железо общее, азот аммонийный, нефтепродукты. На стадии падающей добычи к этому списку желательно добавить СПАВ, сероводород, сульфиды и составляющие основных химических реагентов, применяемых в бурении.

ВЫВОДЫ

1. На примере рр. Чепца, Лоза, Сива выявлены общерегиональные тенденции сезонной и межгодовой динамики качества поверхностных вод.

Естественное внутригодовое распределение присуще только ХПК и содержанию взвешенных веществ. Наиболее заметно изменение гидрохимического режима азота аммонийного, сульфатов, хлоридов, показателя БПК₅. За 15-летний период наблюдения в водах рек выявлены тенденции роста содержания кислорода, снижение содержания нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов, и, в то же время рост содержания азота аммонийного. Однако в конце рассматриваемого периода (2003 – 2004 гг.) снижение содержания хлоридов и нефтепродуктов замедлилось, а по сульфатам, наиболее связанным с подтоком глубинных вод на поздних стадиях разработки, даже проявился рост. Данный перелом тенденций объясняется

процессами реорганизации природоохранных органов в сочетании с происходившими в эти годы сменами собственников, что повлекло сокращение работ в т.ч. по ремонту и реконструкции промышленных объектов и ослабление контроля за их состоянием.

Рост содержания аммония в речных водах связан с неудовлетворительным ведением работ по утилизации отходов животноводства в республике. Ни одно даже крупное животноводческое предприятие в республике не имеет законченного цикла утилизации навоза и навозосодержащих стоков. Кроме того, активным поставщиком соединений азота являются сельские населенные пункты, в связи с отсутствием очистных сооружений канализации в большинстве из них;

На всех изученных водных объектов показатели качества воды, формирующиеся преимущественно под влиянием природных процессов - pH, содержание взвешенных веществ, имеют самый низкий коэффициент детерминации, т.е. слабую межгодовую изменчивость, что отражается в невыраженности временных тенденций показателей.

2. Природным водам городских водохранилищ и рек, на которых они созданы, свойственны следующие особенности, формирующиеся в основном благодаря воздействию неорганизованных источников загрязнения:

- ухудшение качества воды по большинству рассматриваемых показателей. Особенно это заметно по р.Иж, протекающей через Ижевск. Из 23 анализируемых показателей, в контрольном створе (ниже города) 18 имели большее среднее содержание, большую повторяемость превышения ПДКр/х. Более всего городская территория изменяет в худшую сторону содержание азотных соединений (особенно нитритов и аммония), фосфатов, легко разлагаемой органики (по БПК₅), нефтепродуктов, тяжелых металлов;

- измененный гидрохимический режим минерализации воды, содержания сульфатов и хлоридов, содержания азотных соединений. Естественное сезонное распределение в водах водохранилищ свойственно pH, цветности воды и содержанию железа;

- влияние разной по характеру техногенной нагрузки на количество ингредиентов с измененным гидрохимическим режимом и на динамику основных для этой нагрузки загрязнителей. Так, большая нагрузка от объектов жилищно-коммунального хозяйства и рекреации на водосбор Ижевского пруда привела к измененному гидрохимическому режиму БПК₅ и перманганатной окисляемости воды и к выраженному (коэффициент детерминации 32%) росту показателя БПК₅. Для Воткинского пруда оба показателя органического загрязнения имеют схожее с естественным внутригодовое распределение и отсутствует тенденция роста БПК₅, свойственная водам Ижевского пруда;

- невыраженность некоторых общерегиональных тенденций. Так, при снижении содержания хлоридов и нефтепродуктов в речных водах, эти показатели растут в водах водохранилищ. Объясняется это большим сосредоточением источников загрязнения этими соединениями в прибрежной части водоемов, по сравнению с рассредоточенностью их на водосборах рек.

3. В условиях Удмуртии наибольшие воздействия объектов нефтедобычи на

поверхностные водные объекты проявляются на стадиях нарастающей и падающей добычи нефти и приводят:

- к высоким статистическим показателям содержания нефтепродуктов в водах рек месторождений этих стадий разработки;
- к самым высоким статистическим показателям загрязненности хлоридами в водах рек месторождений стадии падающей добычи;
- к росту содержания хлоридов и нефтепродуктов в речных водах месторождений стадии падающей добычи, при высоком коэффициенте детерминации по этим показателям равным, соответственно, 40% и 80%.

4. Интенсивность загрязнения речных вод зависит от типа природопользования, развитого в пределах их водосборных бассейнов. Наибольшая загрязненность характерна для рр. Чепца, Лоза, Сива, на водосборах которых широко представлен промышленно-урбанистический тип природопользования, и в особенности его горнопромышленный подтип. По комплексному показателю загрязненности – комбинаторному индексу загрязнения (КИЗ) воды данных рек относится к III классу качества и характеризуется как «весьма загрязненные». Меньшая загрязненность свойственна водным объектам, попадающим под влияние сельскохозяйственного типа природопользования. В данном случае это относится к водам р.Чепца в створе с.Полом, имеющей II класс качества - вода «слабо загрязненная».

5. Региональные особенности геохимического фона и значительное влияние диффузных источников загрязнения привели к схожему характеру загрязнения. Для всех рассматриваемых в данной работе речных систем в перечень показателей, по которым наиболее часто наблюдаются превышения ПДКр/х входят: БПК₅, ХПК, железо общее, нефтепродукты, медь, цинк, аммоний.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ И ИСТОРИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРОВ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ КАЧЕСТВА ВОДЫ.....	10
1.1. Краткая история гидрохимических исследований и оценок качества природных вод.....	10
1.2. Комплексные показатели качества природных вод.....	26
1.3. Исследования пространственно - временной динамики качества воды.....	40
1.4. Изучение качества природных вод в Удмуртии.....	41
1.5. Особенности исходных материалов и методов их анализа.....	47
1.5.1. Материалы и методы исследования общерегиональных тенденций качества речных вод Удмуртии.....	47
1.5.2. Материалы и методы исследования качества поверхностных вод источников питьевого водоснабжения.....	57
1.5.3. Материалы и методы исследования качества поверхностных вод нефтяных месторождений.....	58
2. ФАКТОРЫ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ И ДИНАМИКА КАЧЕСТВА ВОДЫ НА ГИДРОПОСТАХ, КАК ОТРАЖЕНИЕ ОБЩЕРЕГИОНАЛЬНЫХ ТЕНДЕНЦИЙ.....	61

2.1. Региональные особенности природопользования как фактор техногенной нагрузки на поверхностные воды Удмуртии.....	61
2.2. Организация государственного мониторинга состояния поверхностных водных объектов на территории Удмуртии.....	62
2.3. Обзор факторов формирования качества поверхностных вод в рассматриваемых створах наблюдения.....	65
2.3.1. Географическое и административное положение речных бассейнов и створов гидрохимического мониторинга.....	65
2.3.2. Природные факторы формирования химического состава поверхностных вод.....	66
2.3.3. Антропогенный фактор формирования химического состава поверхностных вод.....	73
2.4. Динамика показателей качества воды.....	80
2.4.1. Внутригодовая динамика показателей качества воды.....	80
2.4.2. Межгодовая динамика показателей.....	89
2.5. Анализ пространственных различий показателей загрязненности воды рр. Чепца, Лоза и Сива.....	104
2.5.1. Оценка загрязненности поверхностных вод по простейшим статистическим показателям.....	104
2.5.2. Оценка загрязненности поверхностных вод по комплексному показателю загрязненности – КИЗ.....	109
3. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАЧЕСТВА ВОДЫ ГОРОДСКИХ ПРУДОВ И РЕК, НА КОТОРЫХ ОНИ СОЗДАНЫ.....	114
3.1. О влиянии города Ижевска на качество воды р. Иж.....	114
3.2. Сравнительная характеристика качества воды Ижевского и Воткинского прудов.....	124
3.3. Межгодовая изменчивость показателей качества воды Ижевского и Воткинского прудов.....	128
3.4. Сезонная изменчивость показателей качества воды Ижевского и Воткинского прудов.....	146
3.5. Изменчивость показателей качества воды Ижевского и Воткинского прудов: выводы и рекомендации.....	153
4. ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕДОБЫЧИ.....	156
4.1. Поверхностные воды нефтяных месторождений на стадии нарастающей добычи.....	160
4.2. Поверхностные воды нефтяных месторождений на стадии стабильной добычи.....	175
4.3. Поверхностные воды нефтяных месторождений на стадии падающей добычи.....	187
4.4. Общие особенности пространственно-временной изменчивости качества поверхностных вод в условиях воздействия объектов нефтедобычи.....	208
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	216
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	221
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	239

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Гагарина О.В. Проблемы охраны водных объектов. Источники загрязнения. Геоэкологические проблемы Удмуртии: учебное пособие /под ред. Стурмана В.И. Ижевск, 1997. С 111-120.
2. Гагарина О.В. Организация охраны водных объектов. Геоэкологические проблемы Удмуртии: учебное пособие /од ред. Стурмана В.И. Ижевск, 1997. С 121-126.
3. Гагарина О.В., Стурман В.И., Баранова О.Г., Сибгатуллина Н.Г. Физико-географическая характеристика и эколого-санитарное состояние родников. Родники г. Ижевска / под ред. Туганаева В.В. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2000. С 36-156.
4. Гагарина О.В., Стурман В.И., Забродин Н.А., Юрк С.А. Качество воды. Ижевский пруд: Сборник статей // под ред. Туганаева В.В. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2002. С 165-178.
5. Гагарина О.В. Последствия техногенного воздействия на гидросферу. Экология и природопользование. Учебно-метод. пособие для старшеклассников / Сост. Малькова И.Л. Ижевск, 2002..
6. Стурман В.И., Гагарин С.А., Гагарина О.В. Прикладные аспекты подготовки экологов-природопользователей в региональном вузе // Экологическое образование на пороге «Рио+10». VIII Международная конференция по экологическому образованию. Тезисы докладов. Тверь: Изд. ГУПТО ТОТ, 2002. С. 282-283.
7. В.И. Стурман, С.А. Гагарин, О.В. Гагарина. Баланс фундаментальных и прикладных аспектов при подготовке экологов-природопользователей в региональном вузе // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Материалы международной конференции. СПб.: Изд. РГГМУ, 2002. С. 119.
8. Стурман В.И., Гагарин С.А., Гагарина О.В. Особенности подготовки экологов-природопользователей в Удмуртском государственном университете // Проблемы природопользования в районах со сложной экологической ситуацией. Мат. межвуз. научн. конф. Тюмень, 2003. С. 185-187.
9. Стурман В.И., Малькова И.Л., Посадов А.Л., Сидоров В.П., Гагарина О.В., Габдуллина Л.А. Динамика экологическая обстановки в г. Ижевске и ее влияния на здоровье детского населения // Вестник Удмуртского университета. Науки о Земле. 2003. С. 31-44.
10. Гагарина О.В., Стурман В.И. Вопросы охраны водных объектов при выполнении ОВОС в проектах освоения нефтяных месторождений Удмуртии // Экологические проблемы крупных рек – 3. Тезисы докладов международной и молодежной конференций. Тольятти, 15-19 сентября 2003. Тольятти: Изд. ИЭВБ РАН, 2003. С. 58.
11. Стурман В.И., Гагарин С.А. Гагарина О.В. Экологическое нормирование и география // Проблемы региональной экологии, № 2, 2004. С. 125-138.
12. Стурман В.И., Гагарин С.А. Гагарина О.В. Территориальные аспекты проблемы экологического нормирования // Экологическая безопасность. Сборник статей. Ижевск, 2004. С. 128-146.

13. Гагарина О.В. Водная среда//Вавожский район: природа, экология, история и хозяйство / Отв. редактор И.И. Рысин. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2004. С.153-165.
14. Гагарина О.В. Оценка загрязненности поверхностных вод нефтяных месторождений // Современные глобальные и региональные изменения геосистем. Материалы Всероссийской научной конференции, посвященной 200-летию Казанского университета. Казань, 2004. С. 146-149.
15. Гагарина О.В. О влиянии города Ижевска на качество воды р. Иж // Вестник Удмуртского университета, №8, 2004. С. 29-36.
- 16.Пушина Е.Л., Гагарина О.В. Динамика показателей качества воды рек Чепца и Лоза // Вестник Удмуртского университета, №8, 2004. С. 57-64.
17. Романова В.Ю., Гагарина О.В. Расчет объема поверхностного стока с водосборных территорий при весеннем снеготаянии // Вестник Удмуртского университета, №8, 2004. С. 75-80.
18. Гагарина О.В., Стурман В.И. Донные отложения и формирование качества воды Ижевского пруда // Эрозионно-аккумулятивные процессы в бассейне Верхней и Средней Волги. Ижевск: Издательский дом «Удмуртский университет», 2005. С. 20-27.
19. Гагарина О.В. Временной анализ показателей качества воды Ижевского пруда // Современные аспекты экологии и экологического образования. Материалы Всероссийской научной конференции. Казань, 2005. С. 205-206.
20. Гагарина О.В. Гидрохимический мониторинг Ижевского пруда // Седьмая научно-практическая конференция преподавателей и сотрудников УдГУ, посвященная 245-летию г. Ижевска. Материалы конференции. Часть 1. Ижевск, 2005. С. 230-235.
21. Гагарина О.В. Динамика показателей органолептического загрязнения Ижевского пруда // Седьмая научно-практическая конференция преподавателей и сотрудников УдГУ, посвященная 245-летию г. Ижевска. Материалы конференции. Часть 1. Ижевск, 2005. С. 235-237.
22. В. И. Стурман, В.М. Габдуллин, О.В. Гагарина, В.Ю. Захаров. Проблемы Ижевского водохранилища и возможные пути их решения. С. 296- 300 // Современные региональные проблемы исследований водохранилищ. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (24-26 мая 2005 г., г. Пермь), Пермь, 2005 .
23. Гагарина О.В. К вопросу об органическом загрязнении Ижевского пруда // Экологические и гидрометеорологические проблемы больших городов и промышленных зон. Международная научная конференция 25-27 мая 2005 г. Материалы конференции. СПб.: Изд. РГГМУ, 2005. С. 79-80.
24. Стурман В.И., Малькова И.Л. Гагарин С.А., Гагарина О.В. Текущая динамика экологической обстановки в г. Ижевске и перспективы перехода к устойчивому развитию // Вестник Удмуртского университета, №11, 2005. С. 3-14.
25. Гагарина О.В. Пространственная и временная динамика характеристик качества воды Ижевского пруда и перспективы его оздоровления // Сборник тезисов докладов межрегиональной научно-практической конференции

«Реализация стратегии устойчивого развития города Ижевска: опыт и проблемы». Ижевск, 2005. С. 155-157.

26. Гагарина О.В. О подходах к разработке комплексной оценки качества поверхностных вод применительно к водным объектам Удмуртии // Вестник Удмуртского университета, №11, 2005. С. 45-58.

27. Гагарина О.В. Организационно-планировочные мероприятия на водосборе Ижевского водохранилища как одно из направлений по улучшению качества воды // Вестник Удмуртского университета, №11, 2005. С. 59-68.

28. Гагарина О.В. Водоохранные мероприятия и ведение гидрохимического мониторинга при строительстве переходов через водные объекты // Эколого-географические проблемы природопользования. Теория, Методы, Практика. Доклады III Международной научно-практической конференции г.Нижневартовск, 25-27 октября 2006 г. Нижневартовск. Изд-во Нижневартовского государственного гуманитарного университета, 2007. С 130-133.

Подписано в печать 12.10.2007 г.

Печать офсетная. Тираж 100 экз. Заказ №

Отпечатано в типографии Удмуртского государственного университета
426034, ул. Университетская, 1, корп. 4